92-07090/

PROBLÈMES DE CONSTRUCTION DES COLLECTIFS D'HABITATION

(DOCUMENTATION ET ÉVALUATION)

Présenté au

RÉGIME DE GARANTIES DES LOGEMENTS NEUFS DE L'ONTARIO

et à la

SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUES ET DE LOGEMENT

par

Robert G. Drysdale, Ph.D., P.Eng.
Drysdale Engineering and Associates Limited
69, Reding Road, Ancaster (Ontario) L9G 1M9

Mars 1991

Canada

TABLE DES MATIÈRES

Remerciements....1

Résumé....2

1. Introduction....5

2. Organisation de l'étude....7
   2.1 Organisation des données....7
      2.1.1 Introduction....7
      2.1.2 Format de la base de données avec logiciel de calcul....7
      2.1.3 Organisation de la base de données avec logiciel de calcul....8
      2.1.4 Recherches en prévision d'études comparatives ou de corrélation....11
   2.2 Explication des divers types de recherche....12
      2.2.1 Combinaisons simples....12
      2.2.2 Combinaisons correspondantes....12
      2.2.3 Système de repérage des fichiers....13

3. Analyse des données à partir du Relevé des problèmes des bâtiments...13
   3.1 Introduction....13
   3.2 Répartition globale des problèmes par région....14
   3.3 Corrélations spécifiques entre les détails d'exécution et les problèmes....14
      3.3.1 Solins....14
      3.3.2 Placage de brique d'argile, problèmes d'humidité et d'efflorescence....17
      3.3.3 Placage de brique et problèmes d'humidité selon le type de mur d'appui....17
      3.3.4 Répartition des types de solin pour les placages de brique....24
      3.3.5 Répartition des dimensions des cavités....24
      3.3.6 Joint de dilatation horizontal sous la cornière d'appui..24
      3.3.7 Type de pare-air....24
      3.3.8 Scellement du pare-air selon le type de mur d'appui....28
   3.4 Conclusion....28

4. Observations....31
   4.1 Détails de conception et de construction....31
   4.2 Inspection....31
   4.3 Qualité de la construction....32

5. Conclusions....33

6. Recommandations....35

REMERCIEMENTS

Le présent rapport a été commandé par le service de la recherche technique et de la formation du Régime de garanties des logements neufs de l'Ontario (RGLNO) et la Division de la mise en oeuvre des projets de la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Nous sommes reconnaissants aux directeurs de projet, messieurs Robert Marshall du Régime et Jacques Rousseau de la SCHL, de nous avoir fourni leur aide sous forme de critiques et de suggestions constructives. De plus, nous avons beaucoup apprécié l'appui et la totale collaboration des employés des divers bureaux régionaux du Régime qui ont fait bien plus que ce qu'exigent normalement leurs fonctions. Nous remercions particulièrement les conciliateurs en copropriété suivants : Sam Abdalla, Gerald Cumming, Mike Cote, Jack Lekabsons, Earle MacDonald, Dan Moreau, Al Stevens, Peter Taylor et Robert Winters. Nous avons également eu recours aux services des coordonnatrices en copropriété Tala Chan, Bev Law, Karen Mayer-Johnson, Anna Micoli et Marilyn Velenosi. En outre, environ 50 entrepreneurs et concepteurs ont participé à notre enquête en nous prêtant les dessins des bâtiments examinés et, dans certains cas, en mettant à contribution leurs connaissances personnelles sur certains aspects de la construction ou sur certains problèmes qui surviennent ultérieurement. Étant donné la nature litigieuse de certaines de ces démarches, la collaboration des représentants de l'industrie du bâtiment est d'autant plus louable qu'elle semble indiquer une volonté de tirer des leçons des expériences passées en vue de construire des logements en copropriété plus fiables.

La participation de monsieur S. Bohm à la mise au point du logiciel, la recherche et l'introduction des détails de construction et des fichiers de problèmes a été essentielle à la réalisation de ce projet.

RÉSUMÉ

Nous avons conçu un logiciel en vue de faciliter la documentation des caractéristiques de conception et de construction des collectifs d'habitation. Ce logiciel contient aussi une liste de problèmes reliés à l'enveloppe des bâtiments qui tient compte de leur emplacement et de leur gravité. Il est incorporé dans la structure de Data Base IV et tourne sur micro-ordinateur compatible avec l'IBM 286 doté d'une unité de disque dur disposant d'une mémoire vive minimale de 640 K.

Pour faciliter l'introduction des données, les fichiers portant sur la description des bâtiments et sur les problèmes ont été organisés en une série complète de menus. Ce format simplifie considérablement l'introduction des données et permet aussi de les organiser et de les présenter de façon homogène. Ce dernier aspect est essentiel si l'on désire étudier les données de manière méthodique et être en mesure de les résumer.

La programmation et l'établissement d'une base de données permet d'étudier les divers rapports entre les détails d'exécution et les problèmes de construction. Au niveau le plus simple, les bâtiments partageant une même série de caractéristiques et (ou) de problèmes de construction peuvent être dénombrés. Le logiciel permet aussi de connaître l'endroit et la gravité de ces problèmes ainsi que des commentaires additionnels. À un niveau plus complexe, il est possible de formuler des comparaisons en vue de déterminer quels bâtiments possèdent certaines combinaisons de détails d'exécution ou de problèmes ou bien un amalgame de détails et de problèmes.

Les données ont été recueillies à partir des dossiers des bureaux régionaux du Régime concernant la construction de logements en copropriété. Ces dossiers renferment des renseignements compilés par les conciliateurs au sujet des problèmes ayant fait l'objet de plaintes, lesquels on été confirmés puis rectifiés. Dans bien des cas, les coûts de réparation ont aussi été inscrits. Devant l'impossibilité de nous procurer les plans et devis des bâtiments, nous avons dû nous entendre avec le concepteur, l'entrepreneur ou le conseil d'administration des logements en copropriété pour examiner les plans de

manière à obtenir la plupart des détails de construction. Nous avons également visité environ le tiers des immeubles afin de vérifier certains détails d'exécution et d'avoir une bonne vue d'ensemble de la qualité de la construction.

Nous avons étudié à fond les données et établi des comparaisons qui nous ont permis de recueillir des renseignements très utiles pour recommander des améliorations tant à la conception qu'à la construction des collectifs d'habitation. L'achèvement récent de la construction pouvait expliquer que certains dossiers étaient pratiquement vierges. Cependant, l'analyse des détails de conception et de construction de ces bâtiments et d'autres plus âgés au dossier plus garni, laisse présager l'apparition vraisemblable de problèmes.

La constatation la plus évidente et la plus importante de cette étude est que les plans et devis de l'enveloppe des bâtiments se sont avérés constamment incomplets. Malgré la déficience occasionnelle de certains procédés, l'absence des renseignements requis, dont de nombreux détails d'exécution importants, constituait le cas le plus fréquent. En fait, un seul jeu de plans a pu être considéré comme complet, la plupart étant tout simplement qualifiés d'insuffisants.

La majorité des bâtiments étudiés avaient moins de deux ans. Il n'est donc pas surprenant de constater que la plupart des problèmes relevés avaient trait à l'infiltration de la pluie. Les dommages causés par les cycles de gel et de dégel, la corrosion, l'effritement entrainé par l'absence de joints de dilatation, l'efflorescence et la condensation à l'intérieur des murs risquent de toute évidence de devenir plus fréquents avec le temps. Cette conclusion est fondée sur les premiers signes de dommage observés et sur les détails de conception. Même si l'adoption de certaines mesures, comme poser des fenêtres de piètre qualité, peut s'apparenter à tenter de réaliser des économies substantielles, de nombreux détails de conception comme la prescription des afrages de liaisonnement, des solins, de la largeur de cavité, des chantepleures, du mode de fixation aux poteaux, des bordures de balcon et de la continuité du pare-air et pare-vapeur ainsi que de l'isolation thermique est plus une question de minutie que d'économie.

Les connaissances touchant de nombreux aspects de la conception et du comportement de l'enveloppe des bâtiments sont relativement bien définies depuis de nombreuses années. Puisqu'il semble répandu de ne pas transposer ces connaissances dans la conception et l'exécution de l'enveloppe des bâtiments, nous sommes amenés à conclure qu'il faudra entreprendre des démarches pour améliorer radicalement cette situation. Nous recommandons aux concepteurs de recourir à des feuilles de contrôle ou à des fichiers de données informatisés pour s'assurer qu'ils ont vraiment examiné en détail et spécifié les caractéristiques essentielles de la conception. Pour faciliter la rédaction des devis et l'exécution, nous recommandons de rendre accessibles des détails et des devis standards précis de telle sorte que les concepteurs puissent s'y conformer directement ou les adapter à des applications particulières.

Cette étude nous en a suffisamment appris sur les problèmes et les défaillances actuels des détails de conception pour nous préoccuper sérieusement du comportement à court et à long terme de nombreux logements en copropriété, de leur entretien et de leurs coûts de remise en état. En revanche, nous avons découvert des logements en copropriété bien conçus et soigneusement construits, affichant un excellent comportement. En s'attardant aux détails et en prévoyant un contrôle serré de la qualité, il est possible d'y arriver. C'est pourquoi nous recommandons au Régime et à la SCHL de poursuivre leurs efforts concertés à prodiguer des conseils sur les méthodes appropriées de conception et de construction. Il importe également de mettre en place des mécanismes permettant d'assurer un contrôle de la qualité adéquat. On pourrait peut-être y parvenir en confiant les inspections à des tiers et en s'assurant que la vérification finale est indépendante de l'entrepreneur ou du conseil d'administration.

Il appert que l'information déjà accessible ne soit pas encore utilisée par une large portion des membres de l'industrie de la construction. Par conséquent, il importe de continuer à mettre sur pied des programmes qui aideront les concepteurs et les constructeurs à ériger des bâtiments satisfaisants. La formation pratique et la production de documents techniques accessibles et faciles à lire revêtent encore beaucoup d'importance.

1. INTRODUCTION

La fréquence et l'importance des réparations requises pour des immeubles en copropriété relativement neufs ont motivé en quelque sorte la tenue d'une étude visant à déterminer les principaux types de problèmes et à essayer de les mettre en corrélation avec les composants du bâtiment, les méthodes de construction ou les techniques de conception correspondants. Peu importe si les coûts de réparation sont pris en charge par l'entrepreneur initial, le régime de garanties ou le propriétaire, chacun gagne à prendre les dispositions nécessaires pour réduire au minimum l'apparition des problèmes et les frais qui en résultent. Afin de bénéficier au maximum des mesures qui seront prises pour diminuer les réparations onéreuses, il faut cerner les problèmes les plus fréquents, les plus coûteux à corriger, ceux qui entraînent le déplacement d'occupants ou, à long terme, une diminution de la valeur de la propriété.

Dans le passé, les enquêtes menées auprès des constructeurs, des concepteurs et des autorités en matière de bâtiment pour connaître à fond les types, la fréquence et les causes des problèmes des bâtiments se sont révélées relativement infructueuses. C'est pourquoi nous avons décidé de confier cette tâche à une équipe de chercheurs ayant des connaissances dans le domaine des structures et de l'enveloppe des bâtiments et de l'expérience en évaluation de comportement. La proposition initiale consistait à utiliser les dossiers des logements en copropriété enregistrés auprès du Régime de garanties des logements neufs de l'Ontario comme sources de données pour les problèmes qui avaient nécessité des réparations à des bâtiments de construction récente. Ces dossiers répondaient très bien à ce besoin, sauf qu'ils ne contenaient pas de données sur la conception et la construction des immeubles. Pour obtenir ces renseignements, il fallait se procurer les plans et devis du constructeur ou du concepteur. De plus, la visite du tiers environ des 52 bâtiments à l'étude avait pour but de se faire une idée générale de la qualité de la construction et de recueillir des renseignements additionnels sur certaines caractéristiques comme la présence de mortier dans les joints de dilatation, l'ouverture des chantepleures sur la face du placage, les efflorescences, etc.

Initialement, l'enquête devait porter sur 40 immeubles. Un dossier complet, comportant les détails de conception et les problèmes rencontrés, a été constitué pour 43 des 52 bâtiments. Nous avons constitué un épais dossier de détails de conception pour quatre autres immeubles, mais ils sont trop récents pour présenter des problèmes. Des dossiers de problèmes ont été passés en revue dans le cas de cinq bâtiments pour lesquels nous ne disposions d'aucune donnée de conception.

2. ORGANISATION DE L'ÉTUDE

2.1 Organisation des données

2.1.1 Introduction

Au début, nous avions prévu organiser l'introduction des détails de conception et des problèmes des bâtiments à l'aide d'un logiciel de calcul sur micro-ordinateur. Il aurait donc fallu concevoir un formulaire d'enquête suffisamment détaillé pour permettre une collecte et une entrée logiques de ces données. Or, à mesure que le travail préparatoire progressait, nous en sommes venus à la conclusion que, vu la longueur et la complexité des descriptions des détails de construction et des problèmes des bâtiments, il serait plus efficace d'utiliser le logiciel lui-même plutôt que le formulaire d'enquête proprement dit.

2.1.2 Format de la base de données avec logiciel de calcul

Nous avons décidé d'avoir recours à un logiciel de calcul à jour raisonnablement polyvalent qui serait convivial pour les utilisateurs potentiels de cette recherche. Nous avons choisi dBase IV, de la société Ashton Tate. L'avantage de ce logiciel est qu'il ne demande pas de connaissances particulières des ordinateurs ou de dBase pour y introduire des données ou les étudier. Pour cette raison et aussi pour que les données introduites par différentes personnes puissent être compatibles, nous avons fait appel à des menus pour l'entrée des données. Il s'agissait en fait d'une caractéristique essentielle pour parvenir à établir des corrélations entre les problèmes et les détails de construction.

2.1.3 Organisation de la base de données avec logiciel de calcul

On trouve deux bases de données comme l'indiquent ci-dessous les articles 1 et 2.

Relevé des problèmes des bâtiments

1 - Définir/Changer les détails de construction
2 - Définir/Changer les problèmes
3 - Définir/Changer la logique de recherche, 2
4 - Définir/Changer les résultats de la recherche, 3
5 - Effectuer la recherche
P - Extraire et classer; fin
X - Sortie

La première sert à lister les caractéristiques de conception et de construction du bâtiment. Elle présente un menu principal (illustré ci-dessous) qui permet d'introduire ou de modifier des aspects précis du bâtiment sans devoir rechercher une autre information.

Relevé des problèmes des bâtiments

Modifier une inscription

1 - Emplacement
2 - Conception et construction
3 - Mur extérieur
4 - Mur intérieur
5 - Fond - maçonnerie
6 - Fond - ossature d'acier
7 - Agrafes de liaisonnement
8 - Joints de dilatation
9 - Sous terre
0 - Toit
P - Problèmes
X - Sortie

Le premier de ces choix, «Emplacement», est le seul qui n'a pas son propre menu. Il renseigne sur l'endroit du bâtiment, l'adresse, le nombre d'étages, la hauteur d'étage, etc. et peut servir à des recherches ou à des études de corrélation ultérieures. Par exemple, les bâtiments dont le code postal commence par un L, par un L ou un K, ou par L8 et ainsi de suite, pourraient être étudiés en vue d'établir des combinaisons de caractéristiques et de problèmes. Lorsqu'on choisit l'un des articles compris entre 2 et 0 inclusivement, une liste de descriptions pertinentes s'affiche à l'écran comme le montre l'illustration ci-dessous de l'article 4 «Mur intérieur». Chaque article de cette liste possède son propre menu, lequel apparait à la droite de l'écran à mesure que l'utilisateur déplace le curseur. L'illustration reproduit le menu de l'article «Pare-air» qu'on retrouve dans la liste de gauche.

Mur intérieur		Pare-air
Isolant (1).....	Rigide	1 - Aucune information
Endroit (1).....	Extérieur du support	2 - Sans objet
Fixation (1).....	Adhésif liquide	3 - Non spécifié
Isolant (2).....		4 - Autre (préciser)
Endroit (2).....		5 - Plaques de plâtre peintes
Fixation (2).....		6 - Plaques de plâtre revêtues d'aluminium
Isolant (3).....		
Endroit (3).....		7 - Crépi
Fixation (3).....		8 - Produit de scellement liquide
Pare-vapeur.....	Plaques de plâtre revêtues d'aluminium	9 - Membrane de caoutchouc
Endroit	Extérieur du support	
Continuité.....	Non spécifiée	
Pare-vapeur.....		
Pare-air.....>	Non spécifié	
Endroit	Non spécifié	
Continuité.....	Non spécifié	
Largeur de la cavité.....	50 mm	
Finition intérieure.....	Plaques de plâtre peintes	

La signification des 4 premiers choix de ce menu est présentée à la Section C.2 de l'Annexe C qui renferme les instructions d'utilisation du logiciel.

En choisissant P, l'utilisateur est amené à la seconde base de données par l'entremise du menu initial suivant :

Relevé des problèmes des bâtiments

Problèmes

1 - Ajouter un problème à la liste
2 - Lister/Modifier/Retrancher des problèmes
3 - Imprimer des problèmes
X - Sortie

En sélectant le n° 1, on produit une liste des 19 problèmes énumérés ci-dessous :

Relevé des problèmes des bâtiments

Entrer un problème

1 - Humidité
2 - Taches côté intérieur
3 - Fissures
4 - Effritement/Fragmentation
5 - Détérioration du mortier
6 - Composantes lâches
7 - Corrosion
8 - Déplacement
9 - Moisissure
10 - Cloquage du revêtement mural
11 - Efflorescence
12 - Courants d'air
13 - Verre brisé ou fissuré
14 - Bruit/Vibrations
15 - Glaçons
16 - Chaleur
17 - Saturation de l'isolant
18 - Affaiblissement du revêtement d'ossature
19 - Garage de stationnement

En en choisissant un, on obtient une liste de données pouvant être utiles au problème en question. Pour chaque type d'information, un menu apparaît pour offrir des choix d'entrée. À titre d'exemple, nous avons choisi les problèmes d'humidité. Le menu «Type de problème» apparaît. La figure suivante illustre une entrée typique.

Problèmes d'humidité

Type de problème.....	Infiltration de pluie	Aucune information
Endroit du bâtiment.....	Quart du bâtiment, en haut	Non spécifié
Exposition.....	Aucune information	Sans objet
Endroit de l'humidité.....	Plafond	Autre (préciser)
Survient avec.....	La pluie	Condensation
Période de l'année.....	Avril à novembre	Infiltration de pluie
Gravité.....	Grave	Eaux de ruissellement
N^{bre} de logements touchés.	4 à 8	Formation de flaques
Causes possibles.....	Mauvaise conception	Inconnu
Probabilité.....	Moyenne (assez certain)	
	Commentaire	
	Fait	

Commentaire : La condensation, l'infiltration de pluie, les taches, la détérioration des plaques de plâtre sont fréquents à l'étage supérieur autour des lanterneaux.

2.1.4 Recherches en prévision d'études comparatives ou de corrélation

La logique des divers types de recherche est abordée brièvement à la section C.5. L'une des options suivantes doit être choisie lorsque l'article 3 du Relevé des problèmes des bâtiments est sélecté.

1 - Tous les détails/Tous les problèmes
2 - Tous les détails/N'importe quel problème
3 - N'importe quel détail/Tous les problèmes
4 - N'importe quel détail/N'importe quel problème

La forme des résultats doit être choisie à partir des articles suivants lorsque l'article 4 du Relevé des problèmes des bâtiments est sélecté.

1 - Nombre de cas positifs
2 - Adresse des cas positifs
3 - Adresse des cas positifs et commentaires

2.2 Explication des divers types de recherche

2.2.1 Combinaisons simples

En utilisant uniquement les données décrivant les bâtiments, il est possible de lister et (ou) de compter le nombre de bâtiments qui partagent une caractéristique comme un placage de brique ou un groupe de caractéristiques comme un placage de brique, un support à ossature d'acier et l'absence de joints de dilatation. On peut aussi le faire pour un groupe de bâtiments qui présentent une caractéristique parmi une série de caractéristiques comme l'absence de joints de dilatation, l'absence de solin dans la cavité ou l'absence de chantepleures. Cette possibilité est utile pour quantifier l'information selon, par exemple, les diverses formes de construction, les méthodes de construction ou l'endroit des bâtiments.

2.2.2 Combinaisons correspondantes

Dans le cas des bâtiments pour lesquels on recherche une série de détails d'exécution précis, il est possible de trouver ceux qui présentent aussi des problèmes particuliers. Ainsi, les bâtiments comportant un placage de brique, mais dépourvus de joints de dilatation horizontaux, peuvent faire l'objet d'une recherche en vue de déterminer si leur placage présente des efflorescences. La recherche fournira les correspondances sur un nombre total de bâtiments conformes à la description (par exemple, 12 correspondances sur 25). On peut également varier ce genre de recherche pour déceler les bâtiments qui possèdent au moins un détail d'exécution parmi un groupe donné et un problème particulier, une série de problèmes ou un problème parmi un groupe de problèmes. Le listage des bâtiments et des problèmes peut s'imprimer ou se visualiser à l'écran.

Ces recherches sont des plus utiles pour les études comparatives et de corrélation. Pour les études comparatives, deux recherches pourraient être faites afin d'obtenir de l'information sur la fréquence relative d'apparition d'un problème, d'une série de problèmes ou d'un problème parmi un groupe de problèmes. On pourrait ainsi comparer des bâtiments d'Ottawa avec placage de brique présentant des problèmes d'humidité avec des bâtiments du même genre construits dans la région de Hamilton.

2.2.3 Système de repérage des fichiers

L'existence même d'un outil organisant les détails de construction et de conception des bâtiments ainsi que leurs problèmes de façon logique pour chaque bâtiment est très utile pour passer en revue des fichiers sur un bâtiment en particulier.

3. ANALYSE DES DONNÉES À PARTIR DU RELEVÉ DES PROBLÈMES DES BÂTIMENTS

3.1 Introduction

Une grande part de notre travail a consisté à mettre au point un système permettant de recueillir et d'étudier des données sur les détails de construction et de conception et sur les problèmes des bâtiments. D'importants efforts ont aussi été consacrés à la collecte et au listage de ces données. Ces deux activités sont terminées et sont accessibles grâce à la disquette ci-jointe. Par conséquent, le rapport écrit est à toute fin utile redondant. Néanmoins, outre l'imprimé précisant le mode d'utilisation du logiciel (également sur la disquette), une copie papier de la liste de programme est aussi incluse dans l'Annexe A. Celle-ci sera pratique pour examiner certaines des options offertes et pourra servir de base pour des modifications futures ou des ajouts au programme.

Une grande variété de listages simples, d'études comparatives et de corrélations ont été exécutés. Sauf pour le simple comptage de la fréquence, l'extraction des données à d'autres niveaux engendre de gros fichiers. La meilleure façon de prendre connaissance de ces fichiers est de les visualiser à l'écran de l'ordinateur. Toutefois, pour illustrer quelques comparaisons et corrélations, certains résultats ont été reproduits à l'Annexe B.

Certaines de ces études s'accompagnent de brefs commentaires.

3.2 Répartition globale des problèmes par région

Le tableau qui suit constitue un résumé des problèmes observés dans trois régions de l'Ontario. La répartition totale des problèmes est illustrée à la Figure 1.

Résumé des problèmes par région

Problème	Région		
	Ottawa	Toronto	Hamilton
Humidité	7	23	6
Taches côté intérieur	3	7	2
Fissures	3	12	4
Effritement	1	0	0
Détérioration du mortier	0	3	0
Composantes lâches	0	3	1
Corrosion	3	2	3
Déplacement	2	1	0
Moisissure	0	1	0
Cloquage du revêtement	0	0	0
Efflorescence	5	13	3
Courants d'air	2	11	0
Autres problèmes	7	25	8
Nombre total de bâtiments ayant présenté des problèmes	8	28	8

3.3 Corrélations spécifiques entre les détails d'exécution et les problèmes

3.3.1 Solins

Des 30 plans de bâtiment indiquant le détail de pose des solins, 14 spécifient que les solins doivent se prolonger au-delà de la face du mur, 12 les montrent à égalité avec le mur et 4 précisent qu'ils doivent se terminer dans le mur. Pour ce qui est de la corrélation, les problèmes d'humidité semblent moins fréquents lorsque les solins sont posés correctement, selon chaque méthode utilisée, comme le montrent à la Figure 2 les chiffres 9, 12 et 4 respectivement. Cependant, l'étude du type de problème d'humidité est moins

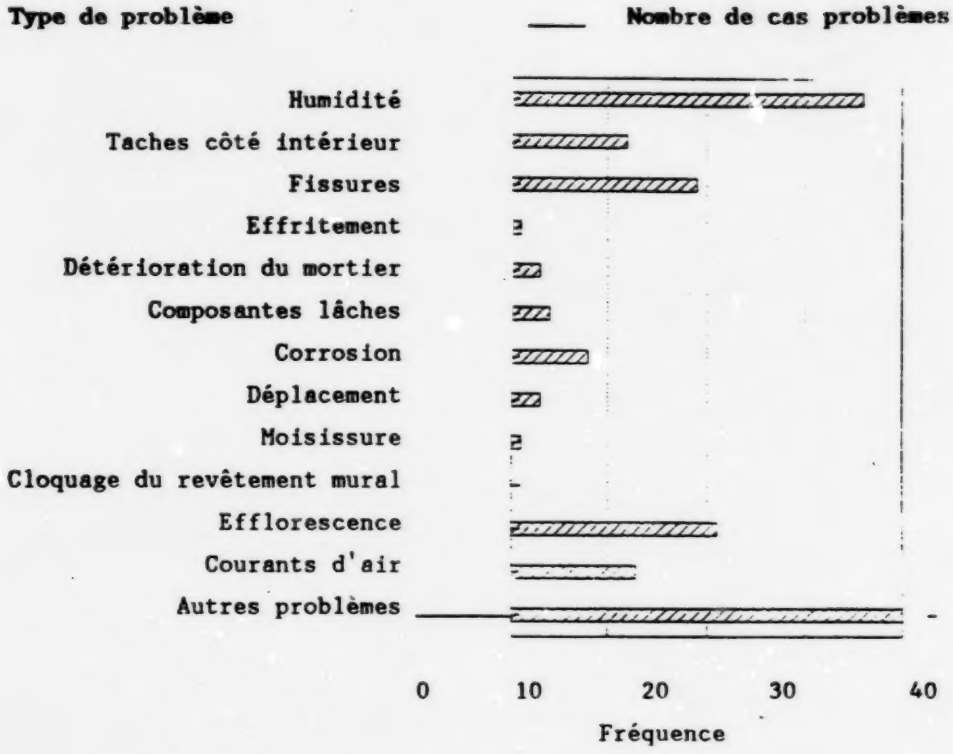

Figure 1 Fréquence des problèmes

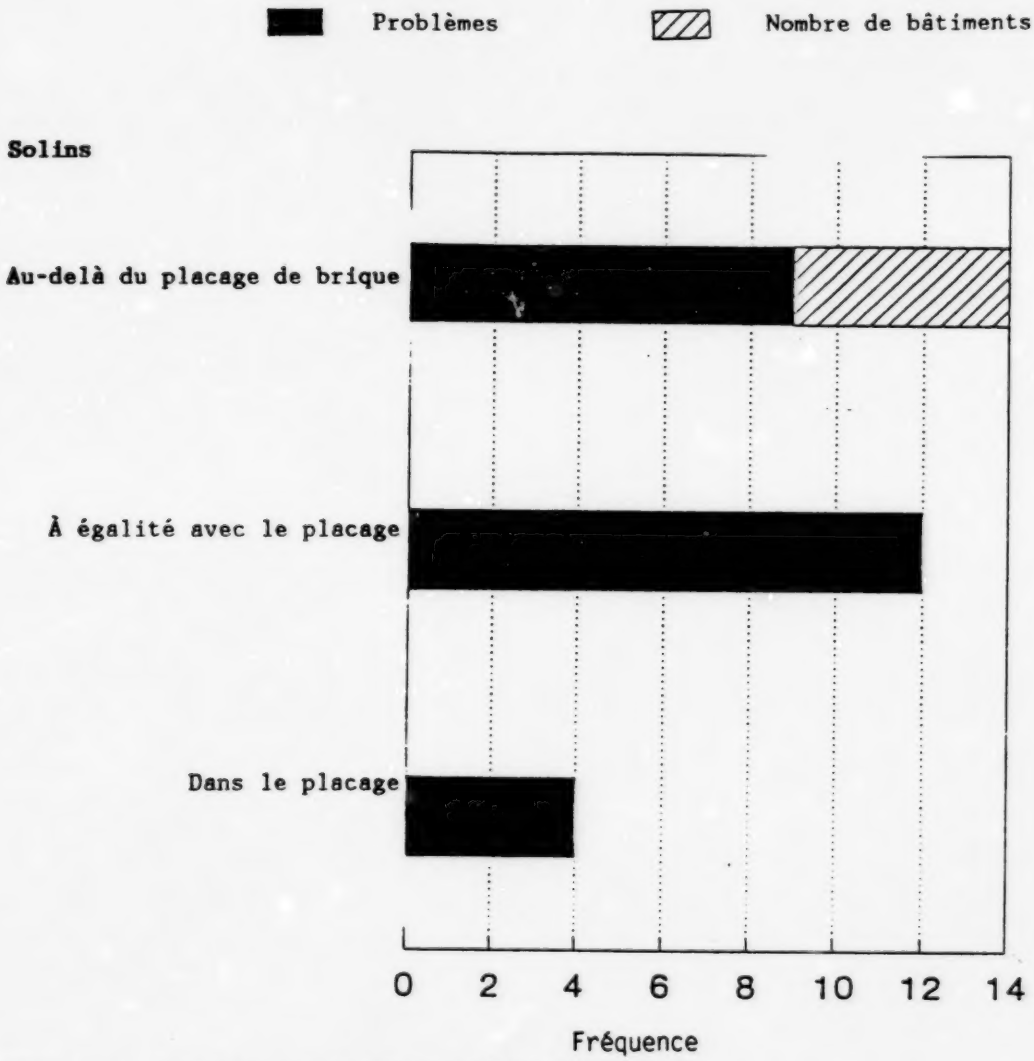

Figure 2 TYPES DE SOLIN ET PROBLÈMES D'HUMIDITÉ

révélatrice, car certains des problèmes d'humidité n'ont pu être directement reliés à la pose des solins. À la Figure 3, la photographie indique non seulement l'absence de solin, mais aussi que les fondations se prolongent au-delà de la face du placage. Cette caractéristique, doublée de l'absence de solin adéquat, peut se traduire par des infiltrations. De plus, comme le montre la Figure 4, il est peu probable que les problèmes causés par l'écoulement des eaux pluviales soient directement reliés au type de solin ou de mur.

3.3.2 Placage de brique d'argile, problèmes d'humidité et d'efflorescence

La Figure 5 illustre la fréquence des problèmes d'humidité pour divers types de mur. Des 23 bâtiments recouverts d'un placage de brique d'argile, 22 éprouvent des problèmes d'humidité et 6 d'entre eux présentent aussi des efflorescences extérieures comme le montre la Figure 6. La fréquence des problèmes d'humidité et d'efflorescence par rapport à la largeur de la cavité est illustrée à la Figure 7. Deux bâtiments sur les 11 présentant une cavité de 25 mm ou plus ont à la fois des problèmes d'humidité et d'efflorescence et le reste concerne les bâtiments dont la cavité est inférieure à 25 mm ou non précisée. La largeur réelle des cavités est inconnue.

3.3.3 Placage de brique et problèmes d'humidité selon le type de mur d'appui

Des 23 bâtiments avec placage de brique, 22 présentent des problèmes d'humidité à savoir 7 bâtiments sur 7 dont les murs d'appui sont à ossature d'acier, 13 bâtiments sur 14 dont le support est constitué de blocs de béton et 2 bâtiments sur 2 dont les murs d'appui sont à ossature de bois. Ces rapports sont illustrés à la Figure 5. Néanmoins, l'examen du genre de problème d'humidité révèle que, dans bien des cas, le problème n'est pas relié au mur d'appui. Comme le montre la Figure 8 où l'on peut voir un solarium, les entrepreneurs commettent souvent l'erreur de ne se fier qu'au calfeutrage pour assurer l'étanchéité à l'eau et à l'air.

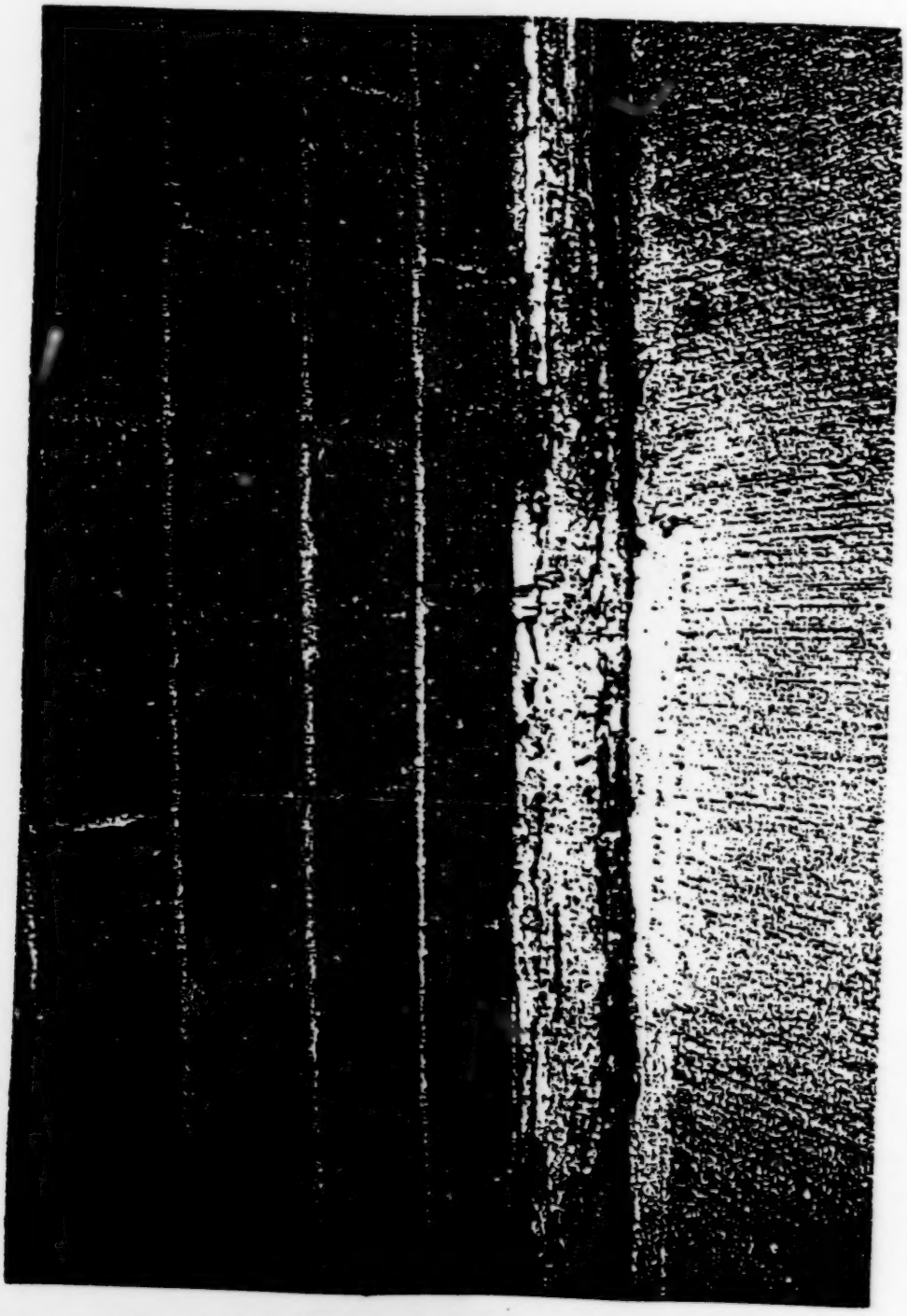

Figure 3 PHOTOGRAPHIE MONTRANT DES FONDATIONS SE PROLONGEANT AU-DELÀ DE LA FACE DU PLACAGE DE BRIQUE

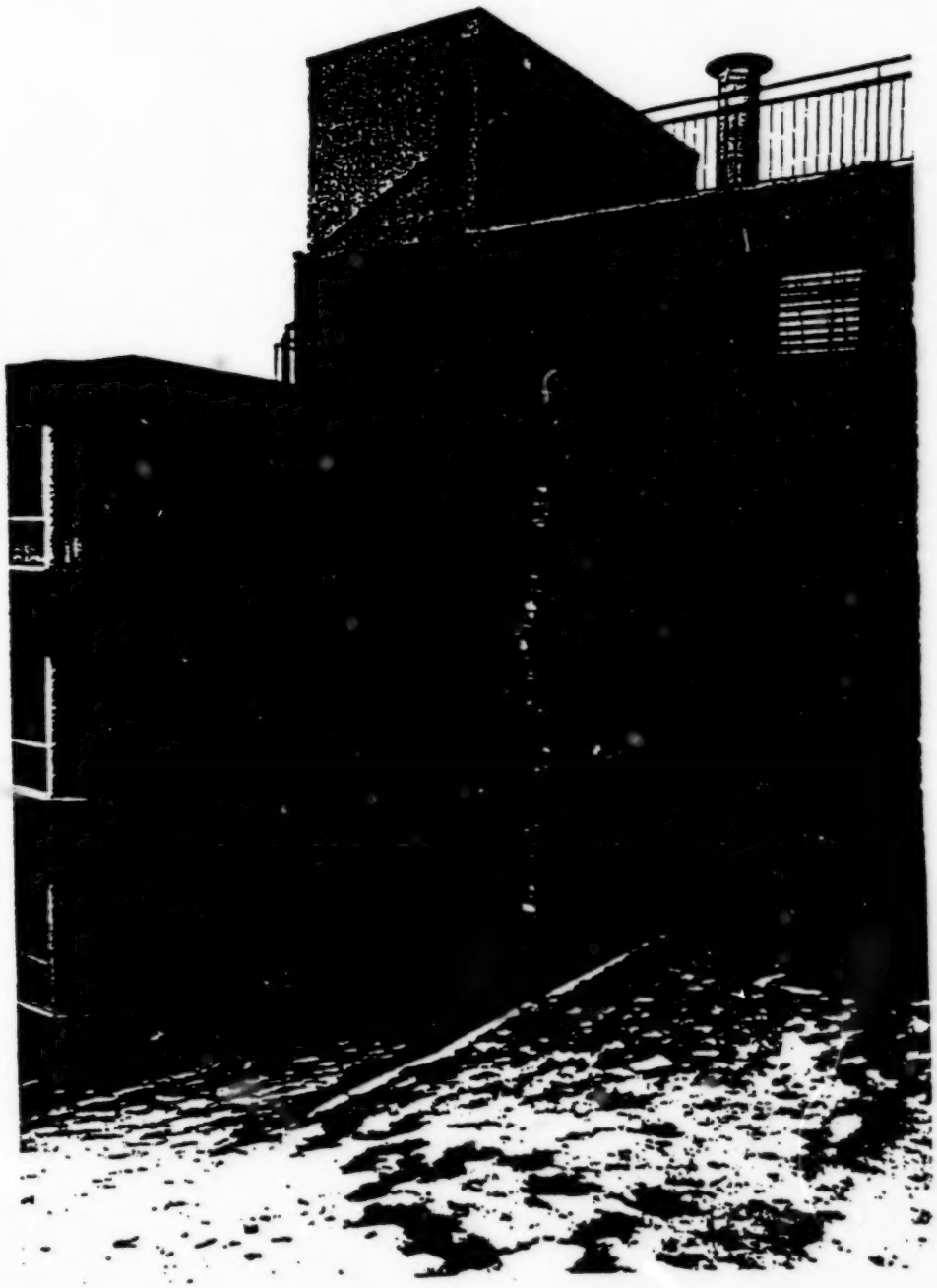

Figure 4 PHOTOGRAPHIE DE L'EAU COULANT DU TOIT SUR LE PLACAGE DE BRIQUE

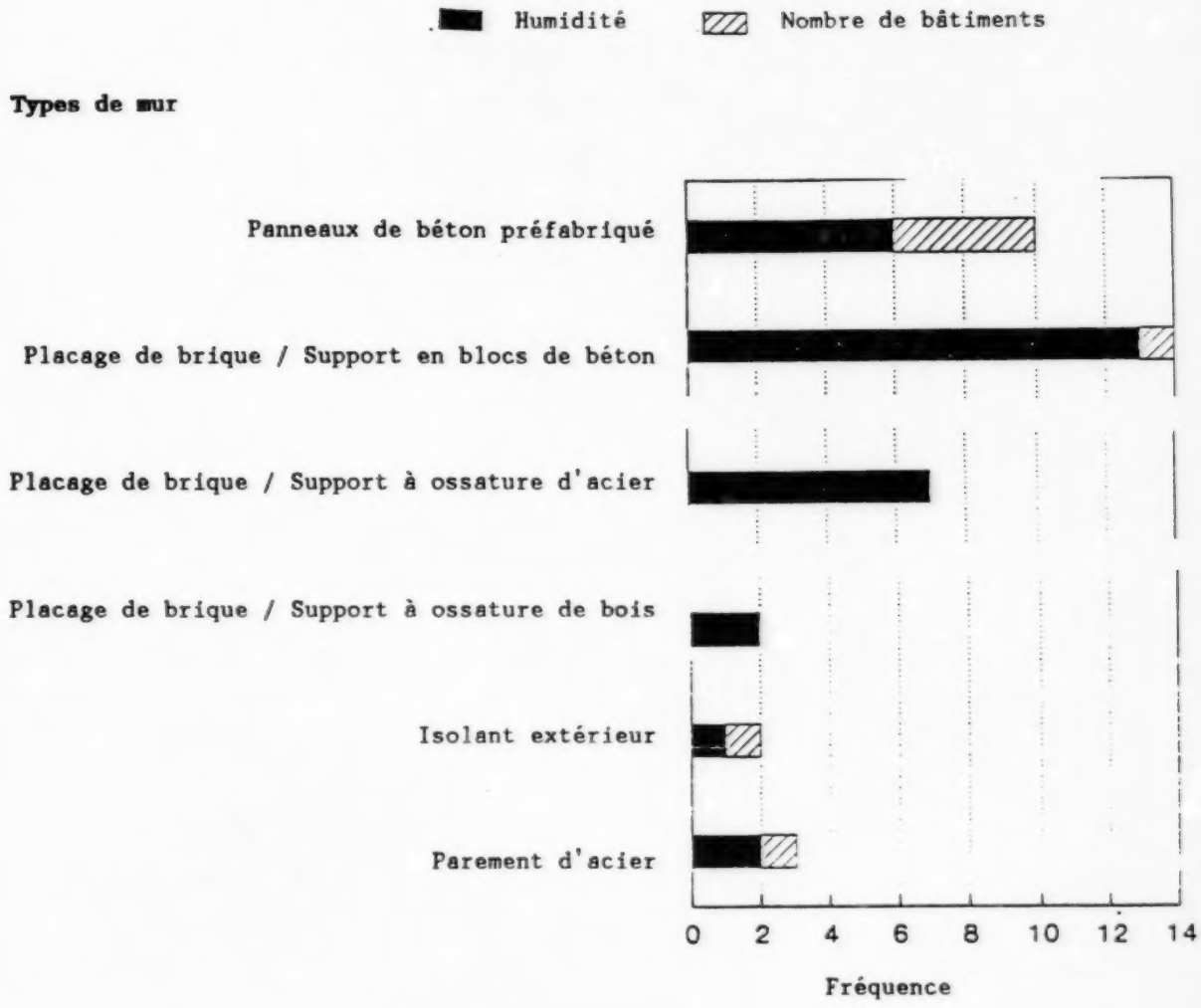

Figure 5 **Fréquence des problèmes d'humidité selon différents types de mur**

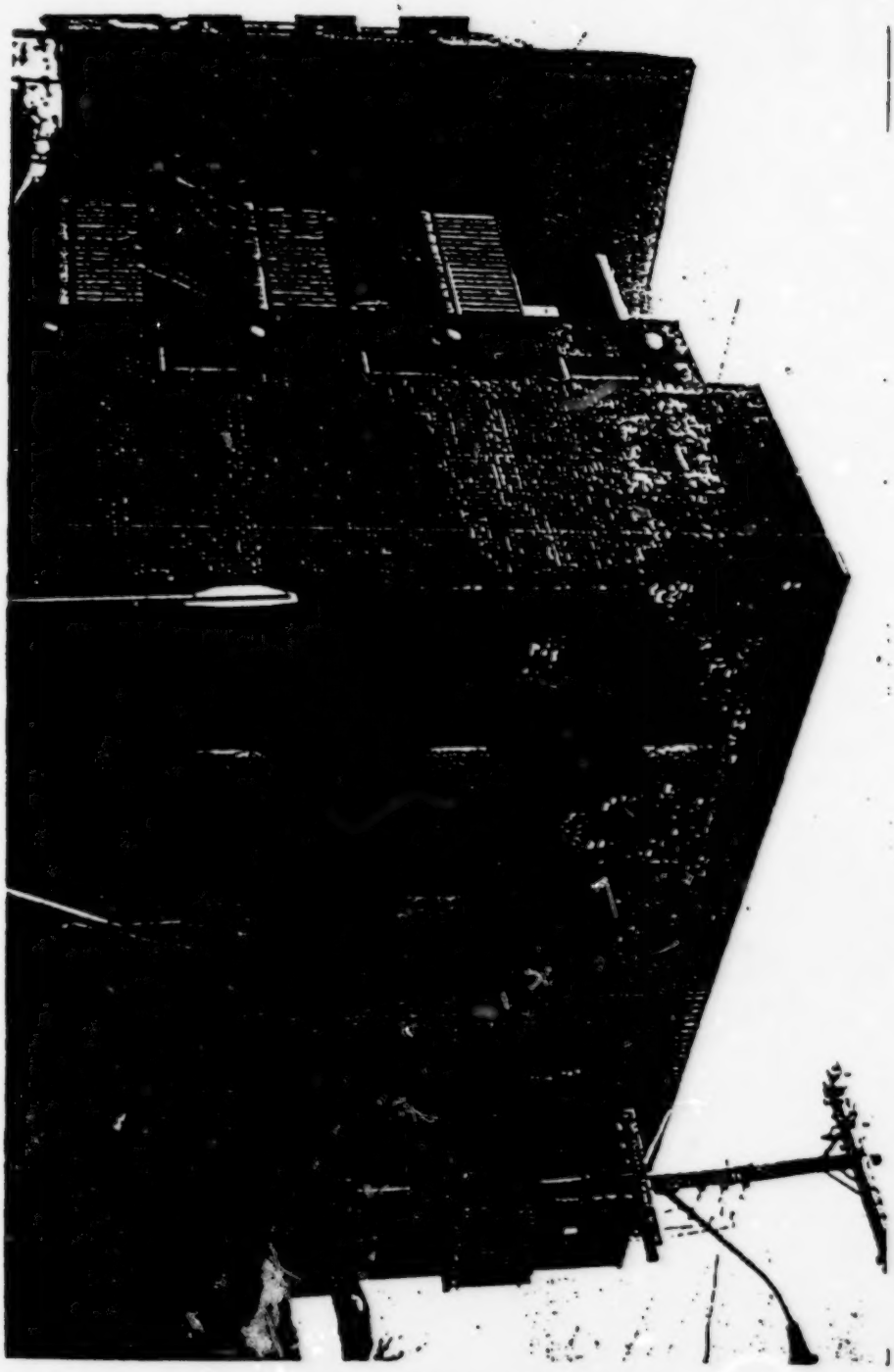

Figure 6 **Exemple d'efflorescence grave**

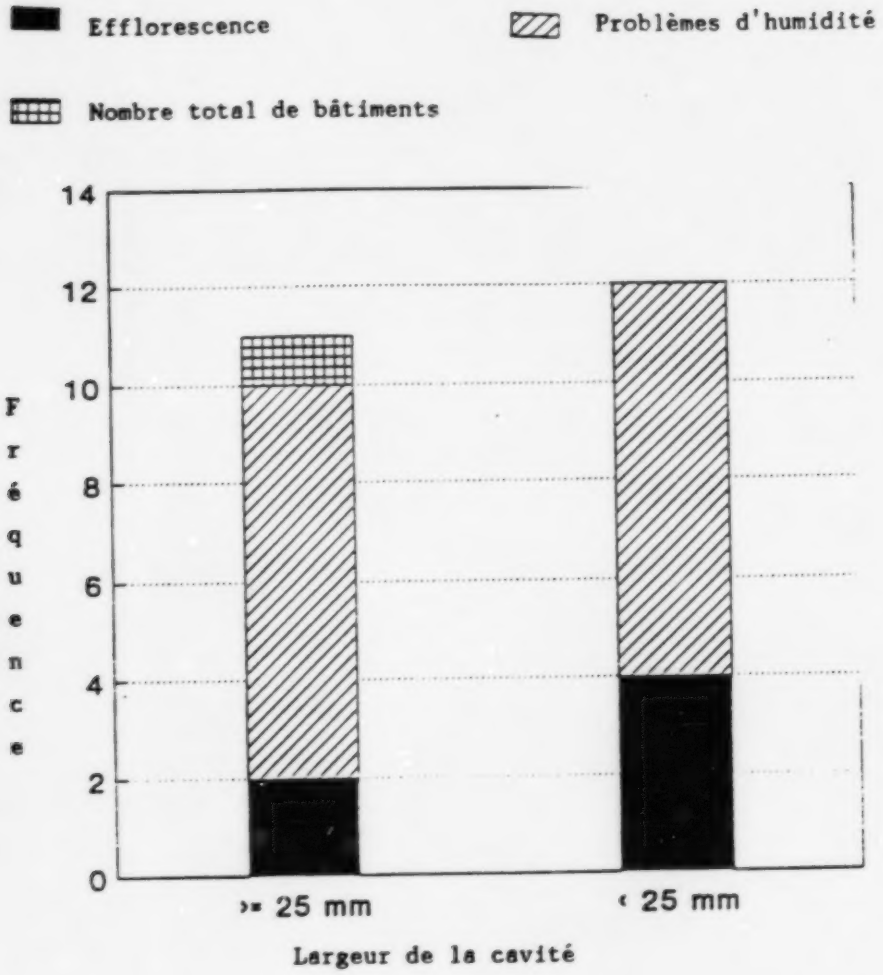

Figure 7 **Fréquence des cas d'efflorescence et d'infiltration selon la largeur de la cavité**

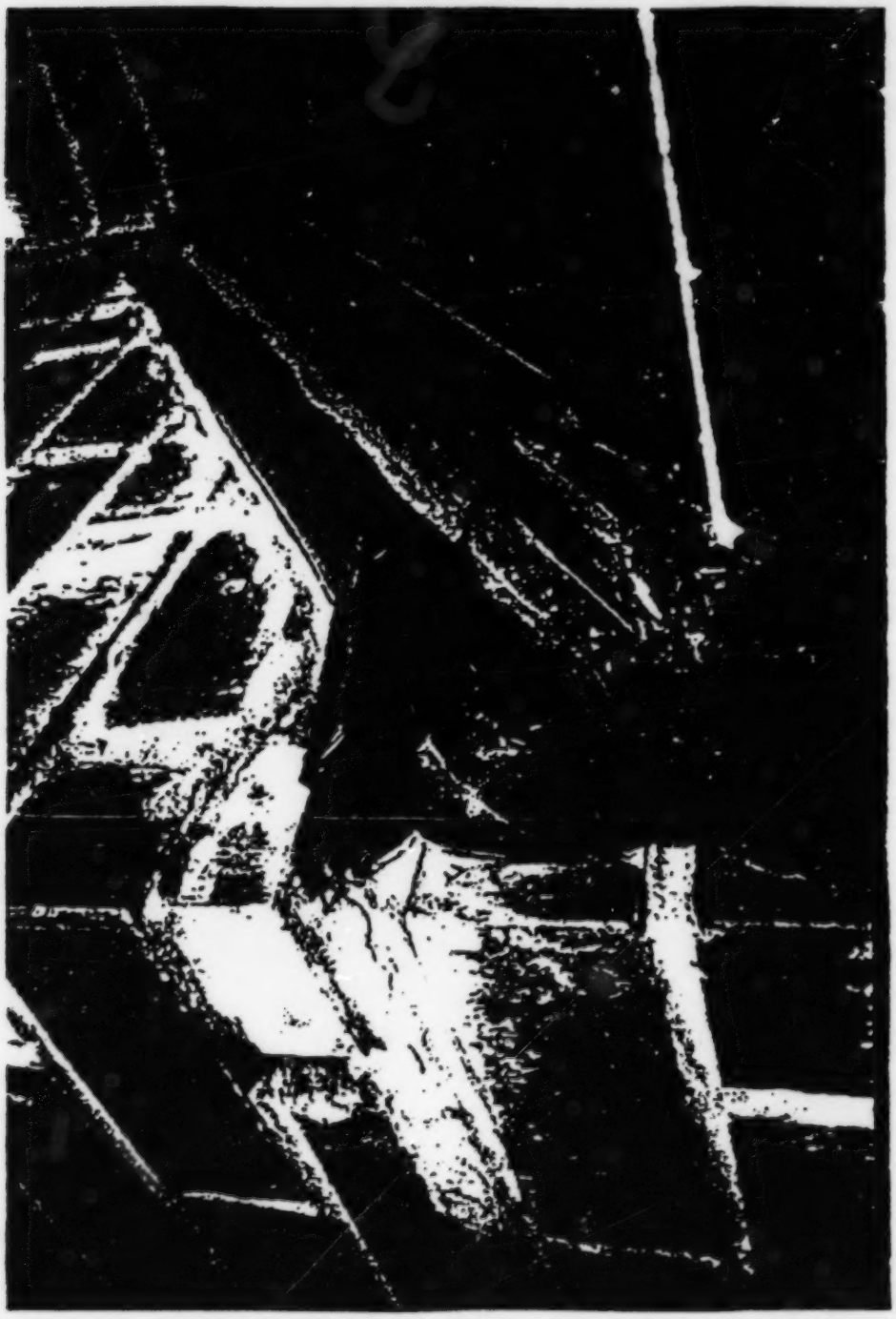

Figure 8 Calfeutrage de la jonction solarium-mur extérieur

3.3.4 Répartition des types de solin pour les placages de brique

Pour les 23 cas, 11 ne sont pas spécifiés, 6 sont décrits comme «caoutchouteux», 2 sont du type cuivre doublé de papier, 3 sont en cuivre seulement et le dernier est en acier galvanisé. Nous croyons que les solins uniquement en cuivre doivent aussi être dotés d'un doublage quelconque.

3.3.5 Répartition des dimensions des cavités

Aucun des plans ne spécifie une cavité de 50 mm ou plus. Cependant, 12 plans stipulent des largeurs variant entre 25 et 49 mm. Pour les autres murs, 2 plans mentionnent des cavités inférieures à 25 mm, 5 n'en font pas mention et nous ne disposons d'aucune information pour 4 d'entre eux.

3.3.6 Joint de dilatation horizontal sous la cornière d'appui

Sur 21 bâtiments, 15 plans spécifient un espace, 1 plan montre un joint rempli de mortier et un autre ne prévoit pas de joint tandis que les 4 autres n'en font pas état. Ces chiffres sont illustrés à la Figure 9. Dans plusieurs cas, nous avons constaté que les espaces spécifiés sont inexistants, mais nous n'avons pas pu effectuer suffisamment de visites pour disposer d'un échantillonnage valable du point de vue statistique. Il est également très fréquent de relever l'absence de joints de dilatation verticaux. La Figure 10 montre le seul joint vertical que nous avons pu trouver.

3.3.7 Type de pare-air

Pour les 44 bâtiments, 23 plans ne précisent pas l'emplacement du pare-air alors que 17 plans spécifient des plaques de plâtre peintes. Trois plans indiquent un produit de scellement liquide et l'isolant, et 1 plan mentionne une membrane «caoutchoutée». La fréquence de ces spécifications est illustrée à la Figure 11. Dans le cas des plaques de plâtre peintes servant de pare-air, 6 plans ne précisent pas de sceller le pare-air. L'absence de pare-air efficaces entrainent la condensation des fuites d'air humide constitue une importante cause d'efflorescence et d'effritement comme le montre la Figure 12.

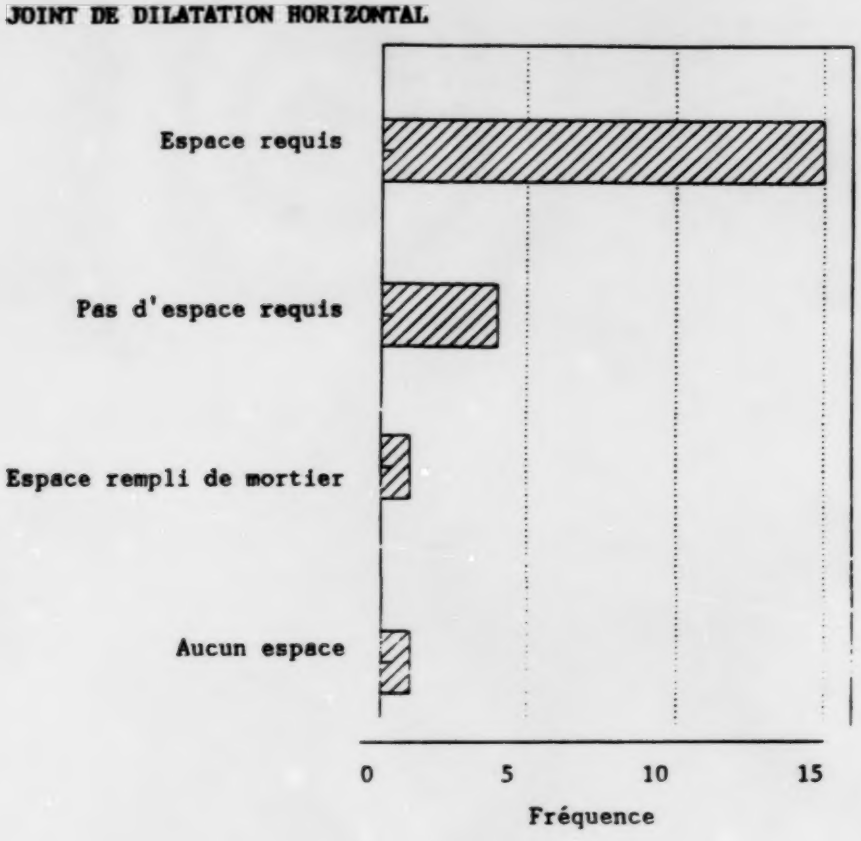

Figure 9 FRÉQUENCE DE LA SPÉCIFICATION DES JOINTS DE DILATATION HORIZONTAUX POUR LE PLACAGE DE BRIQUE

Figure 10 SEUL EXEMPLE DE JOINT DE DILATATION VERTICAL

PARE-AIR

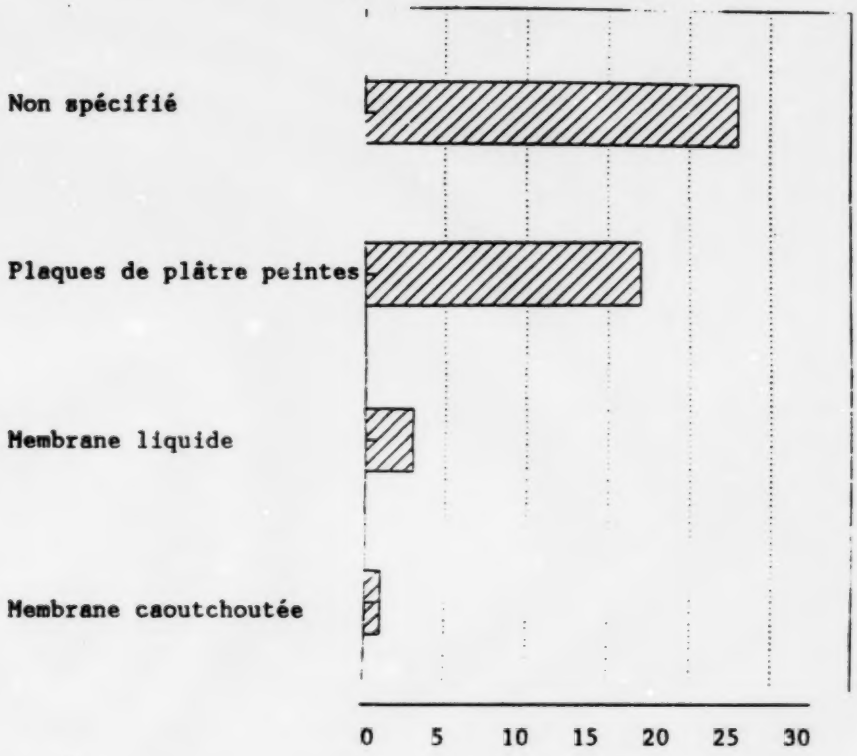

Figure 11 **FRÉQUENCE DE SPÉCIFICATION DES TYPES DE PARE-AIR**

3.3.8 Scellement du pare-air selon le type de mur d'appui

Sur 22 murs d'appui à ossature d'acier, 13 plans ne spécifient pas le scellement du pare-air. Quant aux murs d'appui en blocs de béton, 11 plans sur 15 n'en font pas mention. Deux plans précisent l'application d'un pare-air liquide combinée à l'emploi d'isolant rigide dans le cas des murs d'appui à ossature d'acier et un seul pour ce qui est des murs d'appui en blocs de béton. Cette répartition est illustrée à la Figure 13.

3.4 Conclusion

Comme nous l'avons mentionné au début de cette section, il serait possible de comparer un grand nombre de combinaisons de détails de construction et de problèmes et de tenter d'établir des corrélations. Toutefois, il faudrait interpréter ces résultats en tenant compte des données contenant la description des problèmes et les hypothèses concernant leurs causes probables.

Figure 12 EXEMPLE D'EFFLORESCENCE ET D'EFFRITEMENT

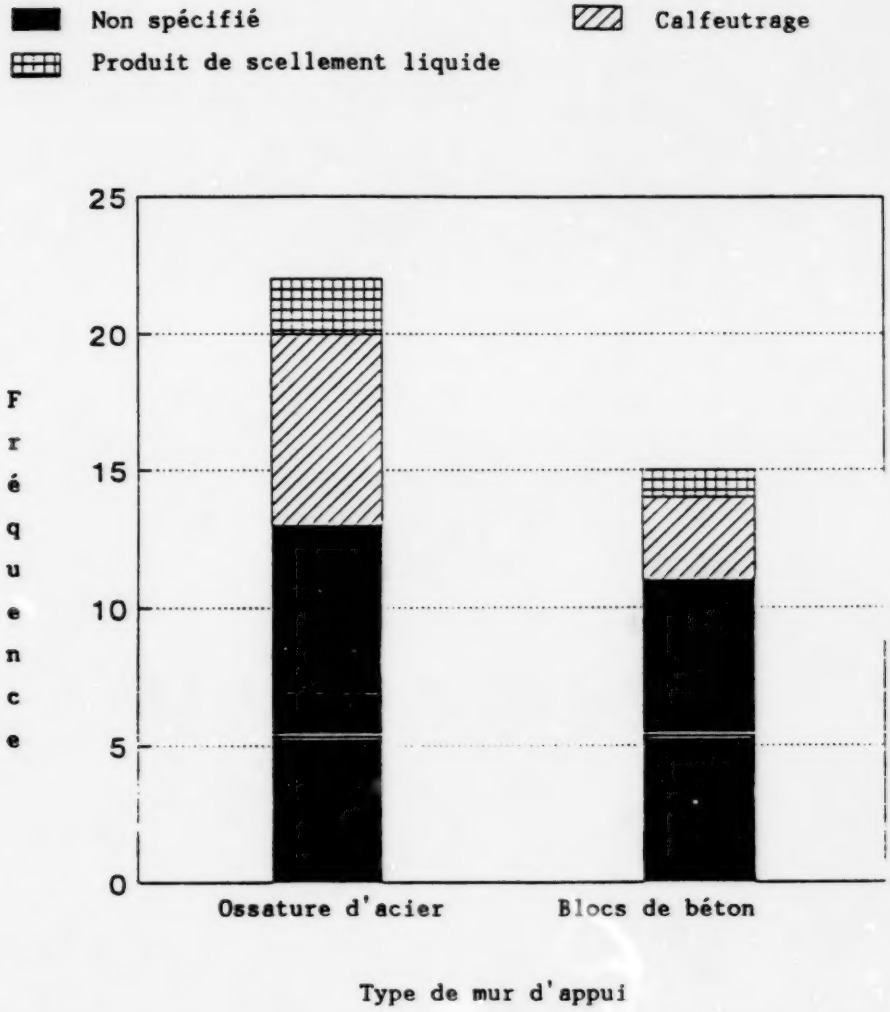

Figure 13 **FRÉQUENCE DE LA MÉTHODE DE SCELLEMENT SPÉCIFIÉE POUR LES PARE-AIR SELON LE TYPE DE MUR D'APPUI**

4. OBSERVATIONS

4.1 Détails de conception et de construction

Après avoir passé en revue 47 séries de plans, il est clair que la grande majorité d'entre eux ne fournissent pas assez de détails pour guider le constructeur. Les concepteurs peuvent croire à tort qu'il suffit de se conformer aux normes et de respecter les règles de l'art. Or, il n'existe pas, en particulier pour l'enveloppe du bâtiment, de normes de construction appropriées, et les règles de l'art sont vagues.

Dans quelques cas, nous avons mis la main sur des plans très détaillés. En plus d'une présentation sans reproche, la qualité dominante de ces plans est le détail des spécifications touchant les aspects cruciaux de la construction. Nous nous sommes déplacés spécialement pour aller visiter les bâtiments décrits par ces plans. Il est intéressant de noter que la qualité de construction et l'aspect extérieur de ces immeubles correspondaient à la qualité des plans. De fait, les dossiers du Régime concernant ces bâtiments étaient pratiquement vierges.

4.2 Inspection

Les concepteurs n'ont pas pu nous fournir de détails complets sur les inspections, mais d'après les renseignements disponibles, il semble que celles-ci sont peu fréquentes et qu'elles ne soient pas d'une grande utilité comme outil de contrôle de la qualité. Les autorités locales en matière de bâtiment indiquent qu'elles ne disposent pas des ressources financières et humaines nécessaires à l'examen détaillé des plans et à l'inspection complète des chantiers permettant de vérifier les caractéristiques de l'enveloppe qui ont trait à la science du bâtiment. Quoiqu'elles fassent ressortir les lacunes les plus flagrantes, elles portent leur attention avant tout sur la fiabilité de l'ossature et la sécurité-incendie. Par conséquent, puisqu'il est peu probable que des deniers publics supplémentaires soient consacrés à ce secteur, il ne nous semble pas réaliste de compter sur les inspecteurs pour veiller à ce que la conception des bâtiments réduise au minimum l'infiltration de la pluie et la condensation dissimulée.

Nous avons tenté d'établir une corrélation entre un changement de la fréquence des problèmes et l'élaboration des dispositions du Bulletin 19 du Régime. Malheureusement, la mise en application de ce processus d'examen des constructions semble être trop récente pour que ses effets soient manifestes. Nous avons toutefois pu observer que les rapports de vérification finale ont permis de mieux déceler les problèmes.

Lorsque des vérifications techniques sont commandées par le conseil d'administration d'un immeuble en copropriété, on ne sera pas surpris d'apprendre que ces vérifications sont les plus aptes à déceler les problèmes de façon très précise et très détaillée. Il y a lieu de croire qu'une vérification payée par l'entrepreneur puisse être moins rigoureuse. Nous avons pu le constater en comparant les rapports rédigés par les deux parties intéressées. L'élaboration de principes d'inspection et d'examen par des firmes compétentes ne relevant ni de l'entrepreneur ni du conseil d'administration pourrait s'avérer utile pour éviter toute omission ou exagération en ce qui concerne les problèmes de construction.

4.3 Qualité de la construction

Bien que des plans et devis inadéquats puissent être à l'origine de certains problèmes de qualité de construction, d'autres caractéristiques comme l'enlignement, la finition et même l'exécution des plans dépendent de la compétence de l'entrepreneur. La réussite dans le secteur de la construction de maisons n'est pas un gage de succès pour la construction de tours d'habitation. Il faudrait sans doute envisager des taux de garantie différents selon l'expérience et les antécédents des constructeurs. Un autre moyen d'assurer une meilleure qualité serait de confier les inspections à des tiers de divers niveaux. Ces inspections seraient payées par l'entrepreneur, mais administrées ailleurs.

5. CONCLUSIONS

1. Le logiciel de calcul qui a été mis au point dans le cadre de cette recherche s'est avéré très efficace pour organiser de manière cohérente la documentation recueillie sur les détails et les problèmes de construction. Ce logiciel constitue aussi un outil efficace pour observer les tendances dans le secteur du bâtiment et pour déterminer les problèmes qui se reproduisent régulièrement. Il est également facile de procéder à des études comparatives et de corrélation. Ce travail initial pourra vraisemblablement servir de base à d'autres études et, comme nous le proposons à la section 6, être développé davantage pour les besoins du Régime et de la SCHL.

2. En général, la qualité des détails d'exécution, surtout en ce qui concerne les composants de l'enveloppe du bâtiment, n'est pas satisfaisante.

3. La qualité et la fréquence des inspections, en particulier pour les éléments de l'enveloppe, sont généralement insatisfaisantes.

4. Actuellement, les dossiers se limitent aux problèmes qui se sont manifestés pendant la période de la garantie. L'observation des problèmes actuels et l'examen des lacunes de la conception laissent présager d'autres problèmes qui, dans de nombreux cas, seront très graves. Ainsi, les problèmes causés par l'absence de joints de dilatation sous les cornières d'appui ne seront probablement pas apparents après un an ou deux. Par ailleurs, on a déjà constaté des problèmes de fissuration, d'effritement et même de défaillance des panneaux de placage 10 à 15 ans après la construction.

5. La corrosion, la décomposition, la moisissure et bien d'autres sortes de détérioration se manifestent à long terme. Très souvent, le seul fait de relever des infiltrations autour des fenêtres ne suffit pas à mesurer la progression de cette détérioration. Dans d'autres cas, la détérioration peut n'être perçue qu'à un stade très avancé.

6. Même si les garages de stationnement ne devaient pas entrer dans le cadre de cette étude, leur présence très fréquente dans les dossiers de problèmes du Régime nous a incités à prévoir une section distincte dans notre logiciel afin de pouvoir inclure cette information. Des erreurs flagrantes de conception et de construction sont encore monnaie courante.

7. L'absence de détails suffisants dans la plupart des dessins révèle un important besoin d'amélioration dans ce domaine. Par exemple, il faut non seulement indiquer l'emplacement des joints de dilatation, mais aussi expliquer comment les mettre en oeuvre. La même situation s'applique à la continuité des pare-air et des écrans pare-pluie aux ouvertures et aux intersections avec d'autres éléments du bâtiment.

8. Aussi perfectionnée soit-elle, la programmation servant à la documentation des problèmes souffre, jusqu'à un certain point, du manque de descriptions détaillées des problèmes antérieurs. C'est pourquoi les conclusions des études comparatives et de corrélation sont nécessairement d'ordre général. En outre, puisque certaines comparaisons ne sont pas fiables du point de vue statistique, leur diffusion pourrait mener à des conclusions non vérifiables. À court terme, les problèmes d'humidité sont de loin les plus courants. Les données ne révèlent pas de différence claire entre la fréquence des problèmes pour des murs d'appui à ossature d'acier ou en blocs de béton en considérant les problèmes précis. Ainsi, les infiltrations autour des fenêtres ne changent pas selon le type de mur servant d'appui au placage de brique. De même, la spécification d'un joint de dilatation sous la cornière d'appui n'est pas modifiée par le type de mur d'appui.

Après les problèmes d'humidité, l'efflorescence, la fissuration et les courants d'air sont les plus fréquents problèmes. Pour les problèmes qui ne peuvent probablement être remarqués qu'après plusieurs années, comme l'effritement, les dossiers confirment cette supposition.

6. RECOMMANDATIONS

1. Il importe que les concepteurs puissent produire des plans et devis complets et détaillés. Pour réaliser cet objectif, nous recommandons que les concepteurs soient tenus d'introduire les données de conception et de construction dans le logiciel préparé dans le cadre de la présente étude. Ces données constitueraient un fichier facilement accessible qui permettrait au Régime de garanties des logements neufs de l'Ontario de savoir exactement ce qui a été construit et qui faciliterait la recherche sur les tendances du bâtiment ainsi que d'éventuelles études de comparaison et de corrélation portant sur les problèmes.

2. Il est dans l'intérêt du Régime et de la SCHL de conserver des dossiers bien documentés sur les problèmes signalés de sorte que les plus dommageables et les plus coûteux soient connus. Cette information contribuera à planifier l'utilisation de la main-d'oeuvre et l'affectation des budgets visant à améliorer la qualité des constructions résidentielles. Par conséquent, nous recommandons que le personnel du Régime et de la SCHL introduise et mette à jour les données touchant les problèmes observés sur des bâtiments relevant de leur compétence en ayant recours à cette partie de la base de données avec logiciel de calcul. Non seulement cette information sera-t-elle utile à des fins générales, mais elle servira également de système de repérage pratique permettant de suivre les progrès d'un bâtiment pour les besoins des réunions de conciliation et autres genres de discussion.

3. Si le Régime et la SCHL acceptent la recommandation précédente, nous suggérons que des fonds additionnels soient consacrés à la consolidation et à l'expansion de la partie du logiciel qui porte sur les données de problèmes. À cet égard, nous proposons une définition plus précise des problèmes. Par exemple, l'actuel fichier contenant les problèmes d'humidité pourrait être subdivisé en 4 ou 5 types différents. De plus, il serait utile de pouvoir mener des recherches de comparaison et de corrélation des problèmes qui seraient plus approfondies, un peu à la manière de la section du logiciel qui traite des détails de conception et de construction. De cette façon, la gravité et l'endroit précis de l'infiltration d'eau de pluie pourraient être examinés par rapport aux détails de construction ou à d'autres problèmes.

4. Une autre caractéristique utile dans un fichier de bâtiment serait la création d'un système de signalisation avec drapeau qui permettrait d'indiquer les problèmes à corriger, de sorte que le suivi serait fait en temps opportun. Les correctifs apportés seraient inscrits et le «drapeau» signalant le problème serait alors retiré. Ce système de classement électronique aiderait le personnel à passer en revue ses dossiers et, en cas de maladie ou de démission, il serait plus facile pour les remplaçants de prendre ce travail en charge. Les fichiers servant au repérage des coûts et des paiements seraient aussi utiles.

5. Il est essentiel d'élaborer des programmes en vue d'aider les concepteurs à acquérir les connaissances nécessaires à la réalisation de plans satisfaisants. Nous recommandons le maintien de la formation pratique et de la production de renseignements techniques accessibles et faciles à lire. Bien des concepteurs bénéficieraient également d'un outil illustrant les techniques d'exécution conformes aux règles de l'art dans un format qui pourrait être copié ou modifié.

6. La mise en application des dispositions du Bulletin 19 intitulées «Design and Site Review Reporting» semble être une bonne idée. Cependant, il faudra les faire respecter rigoureusement si l'on veut qu'elles portent fruit. On conférerait davantage de crédibilité à ce programme si l'on s'assurait que les inspections seraient indépendantes de l'entrepreneur. Nous recommandons d'envisager cette possibilité.

7. Il faudra concilier les normes de construction et de conception auxquelles font référence la Partie 4 du Code national du bâtiment du Canada et du code du bâtiment de l'Ontario avec les prescriptions de la Partie 5 des mêmes codes pour que l'on tienne compte des exigences concernant la tenue en service de l'enveloppe des bâtiments. Les travaux actuels du comité technique de la CSA au sujet de la norme A371 «Mise en oeuvre de la maçonnerie pour les bâtiments», lesquels cherchent à offrir ce type d'orientation, devraient servir d'exemple aux autres comités qui traitent de l'utilisation d'autres composantes de l'enveloppe des bâtiments comme les murs et la couverture. En conséquence, nous recommandons au Régime et à la SCHL d'encourager ces initiatives et d'y participer.

8. Même si l'étude des problèmes des garages de stationnement ne faisait pas partie de cette recherche, leur apparition très fréquente très tôt après la construction des bâtiments indique clairement que de nombreux constructeurs et concepteurs responsables de ce genre d'immeuble ne respectent pas les règles de l'art. C'est pourquoi nous recommandons de continuer à transmettre l'information existante à ceux qui en ont besoin et de faire respecter les exigences en matière de conception et de construction afin de réduire au minimum l'apparition de ces problèmes.

9. Le logiciel de documentation des détails de conception et des problèmes relevés peut être utilisé par les propriétaires de bâtiments comme les autorités provinciales en matière de logement. Dans la plupart des cas, ces autorités continuent pendant de nombreuses années de contrôler le comportement de leurs propriétés de même que les coûts d'entretien et de réparation. La disponibilité de ces données additionnelles pendant une longue période serait très utile pour repérer d'autres problèmes importants, surtout ceux qui ne deviennent apparents qu'au bout d'un certain temps. Nous recommandons que d'autres propriétaires immobiliers des secteurs public et privé soient invités à participer à la documentation de ces problèmes. Les résultats obtenus devraient aussi être transmis à ces organismes.

10. La SCHL et le Régime doivent contribuer à la réparation des dommages et à la rectification des problèmes existants. Nous recommandons qu'ils élaborent des directives et des mesures correctives afin de réaliser cet objectif. Ils prendront soin d'y inclure les réparations et l'entretien normaux.

11. À l'heure actuelle, les problèmes les plus flagrants dans les tours d'habitation sont l'infiltration des eaux pluviales et la condensation de l'humidité dans les murs. Bien qu'on dispose d'une quantité considérable de renseignements sur les méthodes de construction et de conception tout indiquées, il est évident que les efforts visant à transférer

efficacement la technologie devront être maintenus. Nous recommandons au Régime et à la SCHL de continuer à accorder une grande importance à la création d'outils d'information pour atteindre ceux qui ne respectent pas les règles de l'art. Des initiatives de coopération avec les organisations professionnelles et de corps de métier pourraient constituer une amorce de solution.